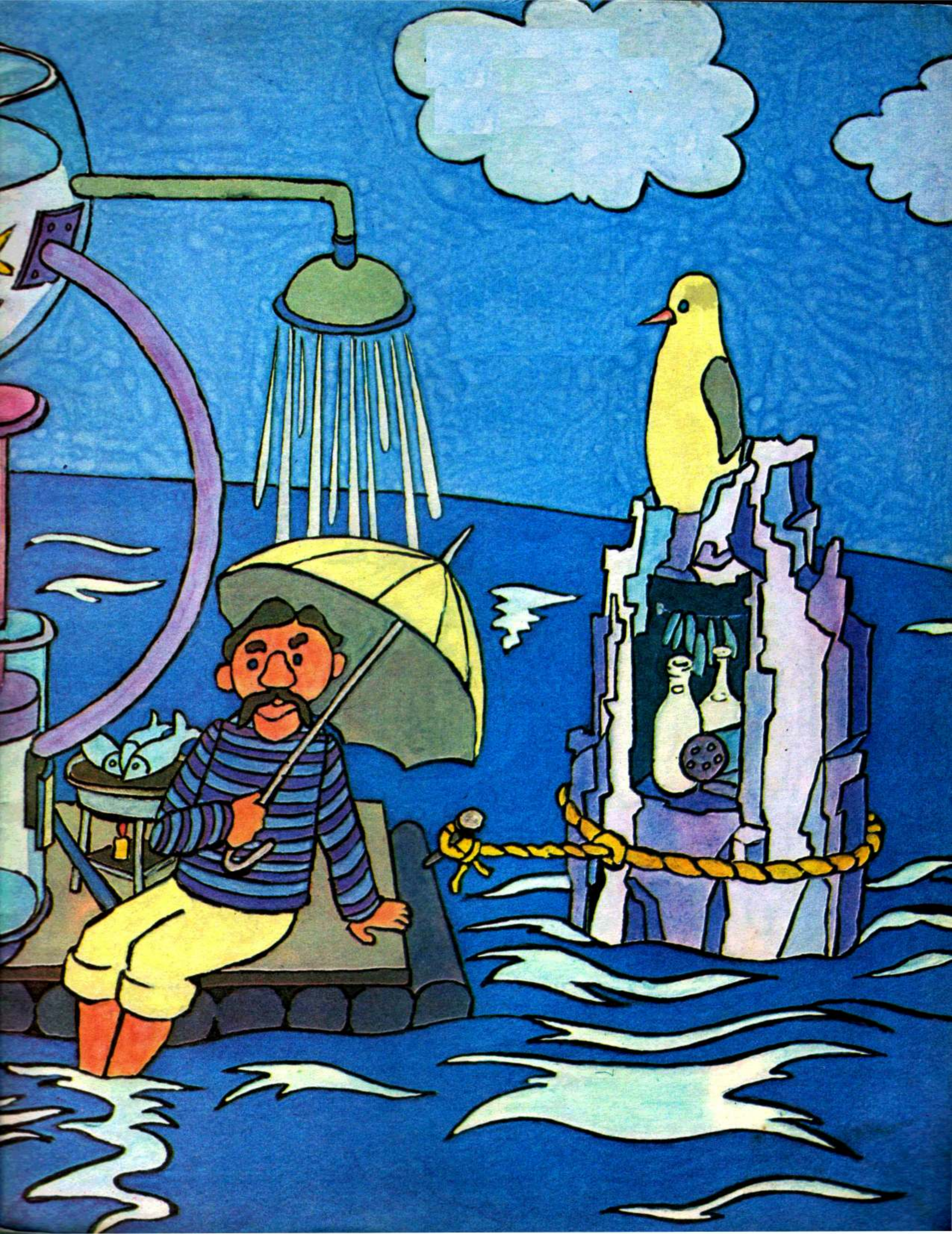
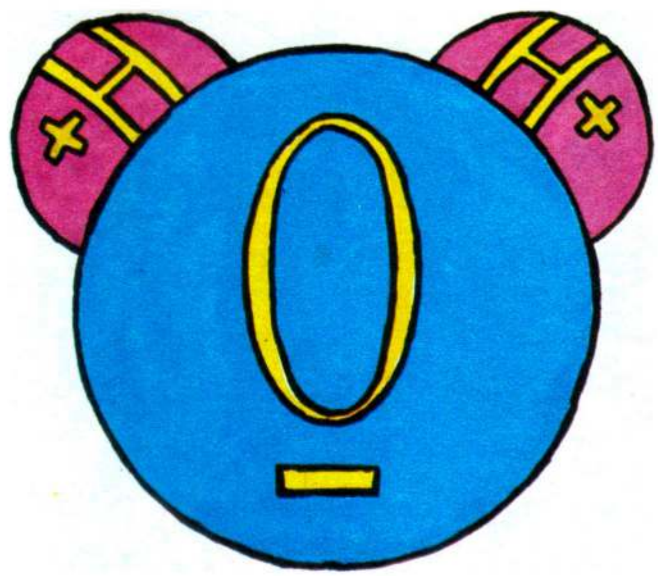
માઈલેન કોન્સ્તાન્તિનોવ્સ્કી

"રાદુગા" પ્રકાશન
મોસ્કો









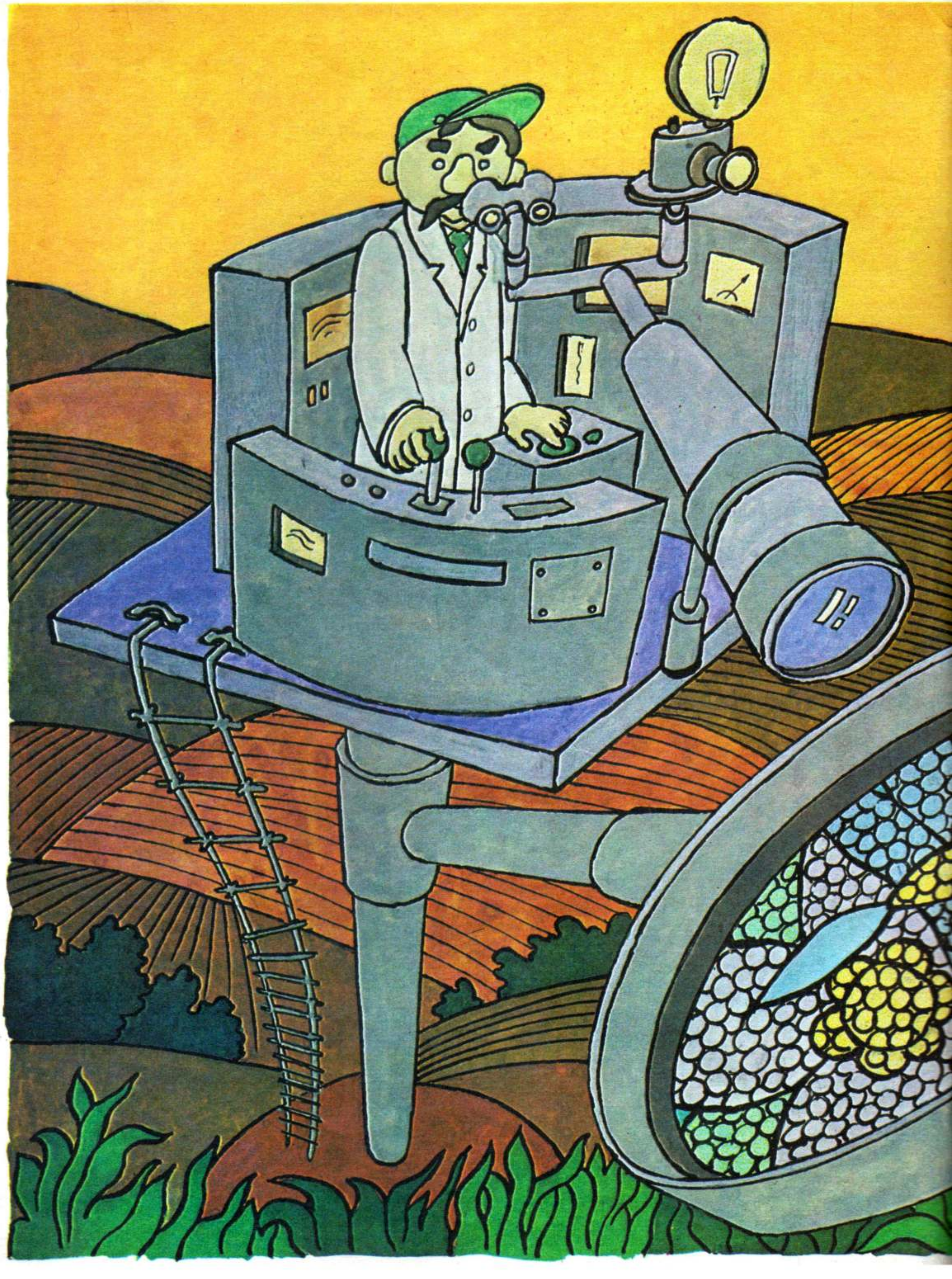
માઈલેન કોન્સ્તાન્તિનોવ્સ્કી

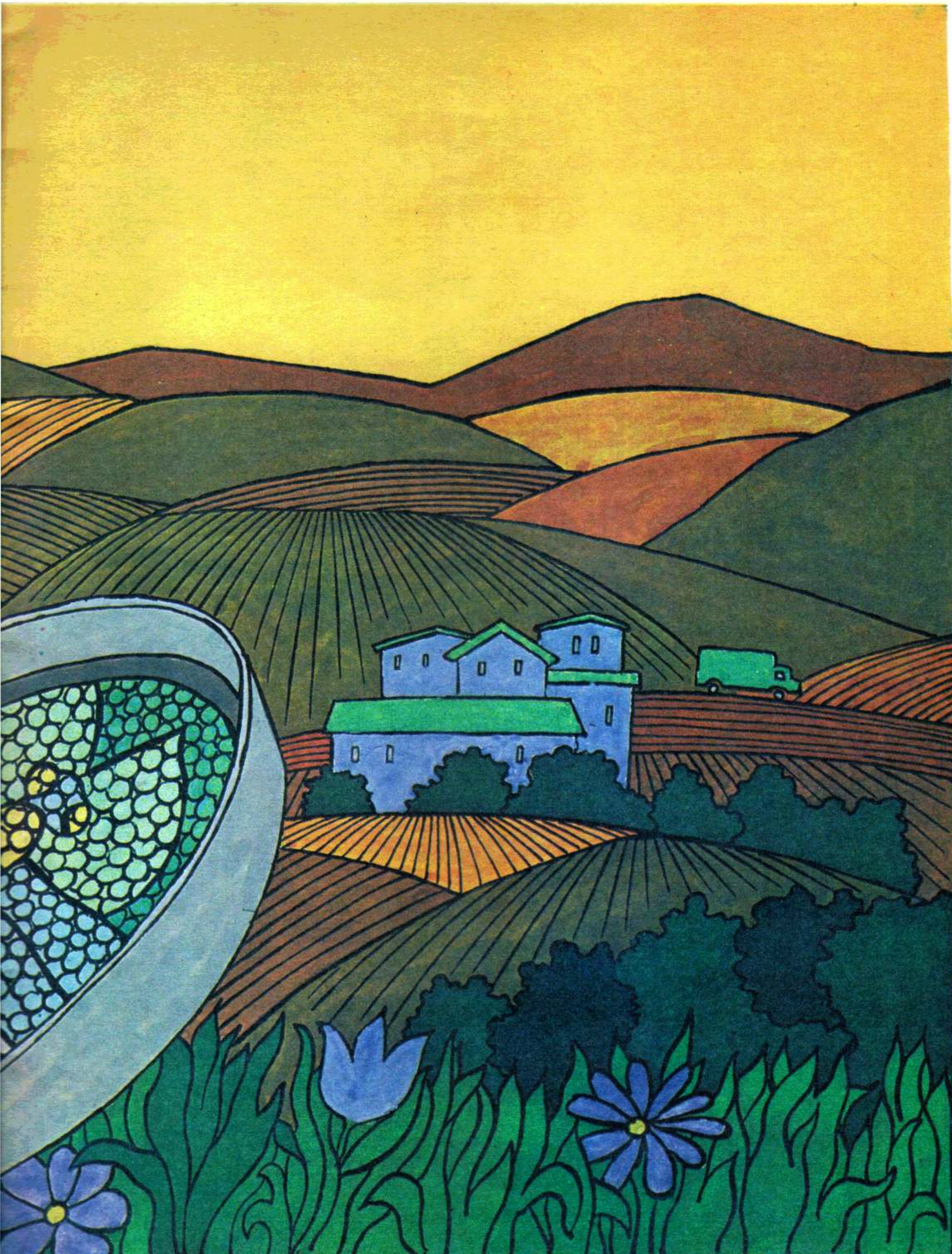
આથી બીજું શું કામ?

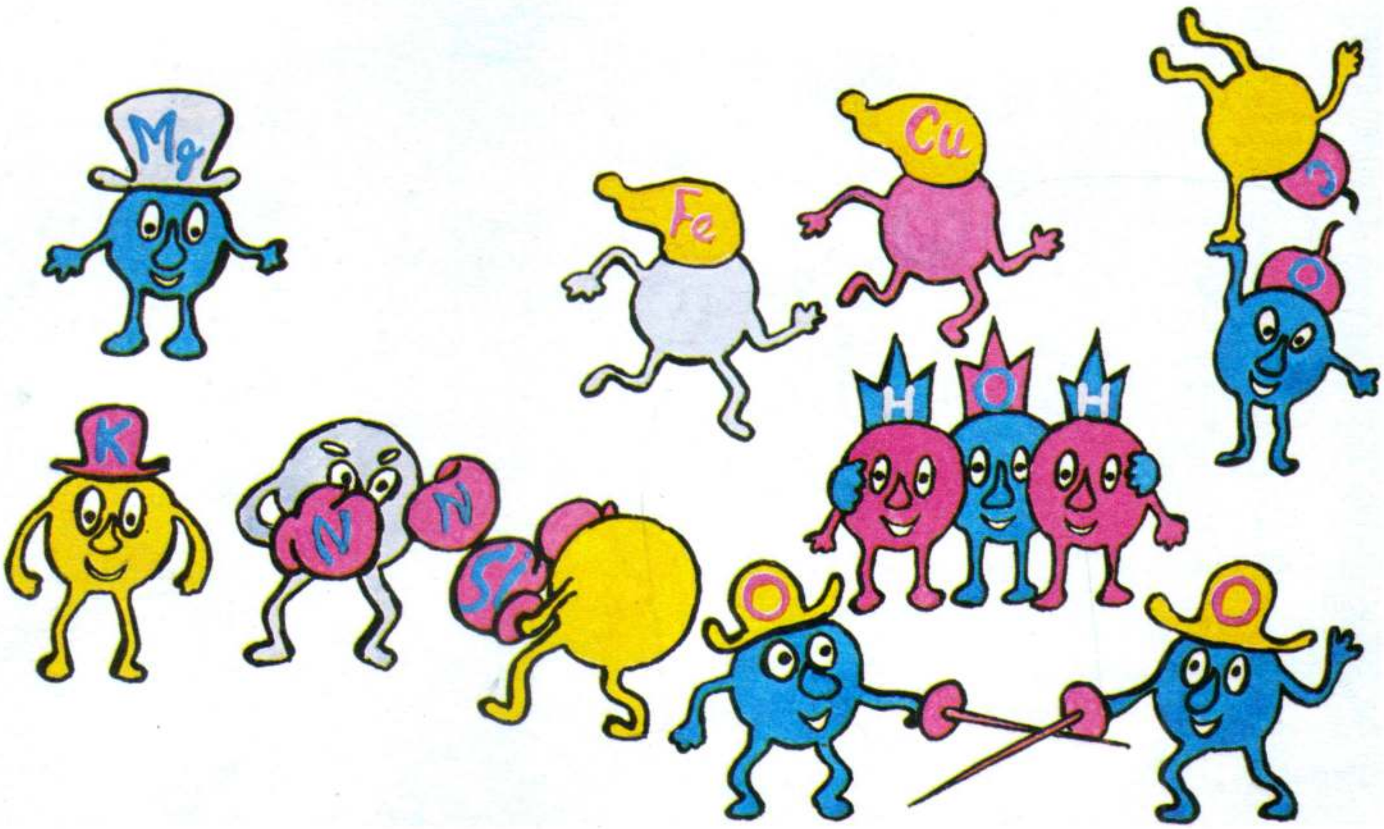
અનુવાદ — નિલેન અમુલખ શાહ
ચિત્રો — બોરીસ કિશ્તીમોવ

'રાદુગા' પ્રકાશન
મોસ્કો

પીપલ્સ બુક હાઉસ
ઘીકાંટા ચર રસ્તા, રીલીફ રોડ
અમદાવાદ — ૩૮૦૦૦૧






Mg
Fe
Cu
K
N
N
Si
H
O
H
O
O

માનનીય વાચકો,

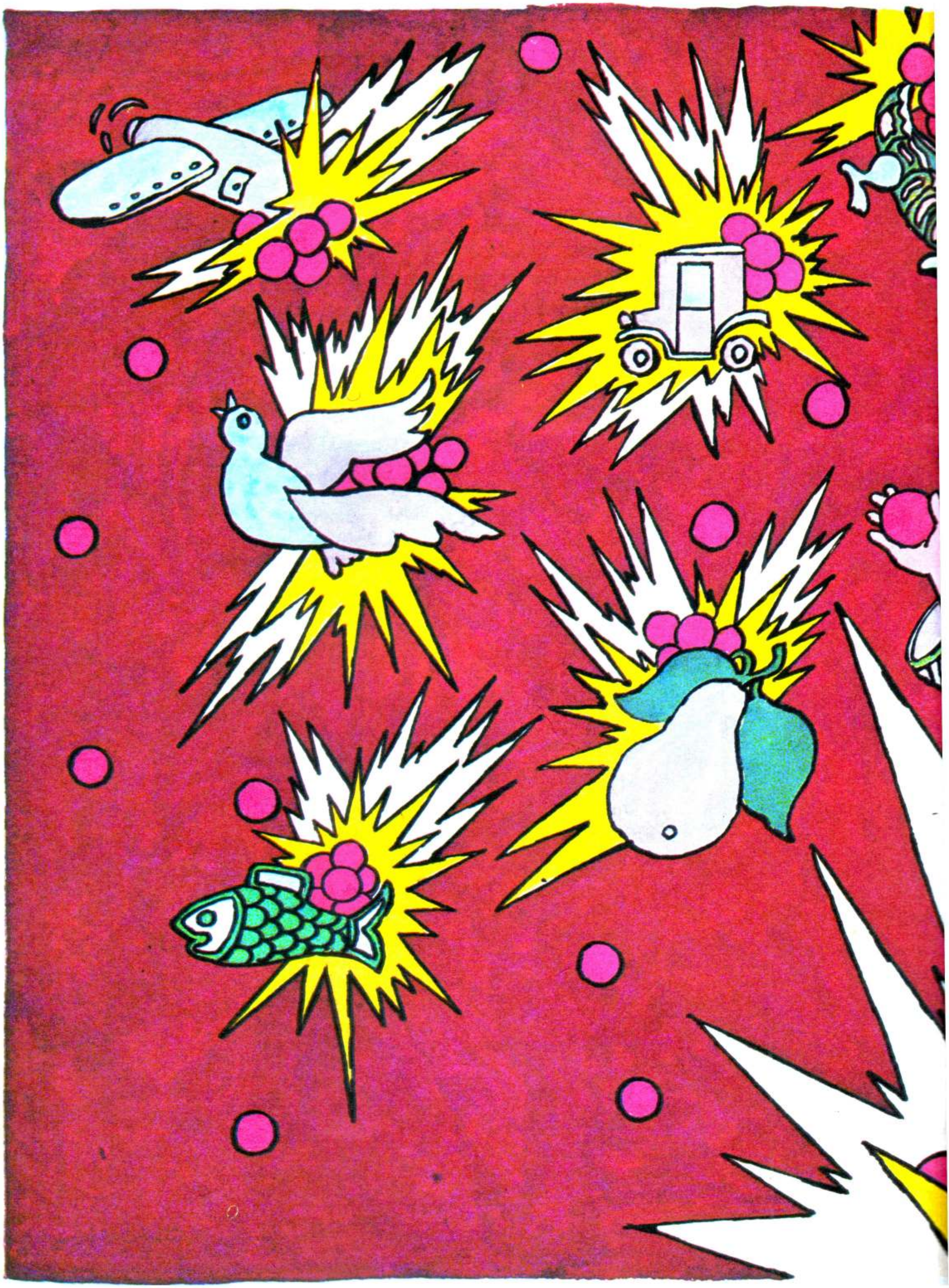
તમને એમ પૂછે કે દુનિયામાં બધું જ — પાણી, ધરતી, હવા, ઘર, દરેક વસ્તુઓ, યંત્રો, વનસ્પતિ, પ્રાણીઓ, અને છેલ્લે આપણે પોતે શેનાં બનેલાં છીએ તો તમે શું જવાબ આપો? હું માનું છું કે તમે કહો: "દુનિયામાં બધું જ નાના નાના કણો — પરમાણુઓનું બનેલું છે." અને તમે સાચા હશો, પણ પૂરેપૂરા નહિ. હમણાં તમે સમજી જશો કે હું શું કહેવા માગું છું.

ધારો કે તમે મને પૂછો: "આ પુસ્તિકાનું લખાણ શેનાથી બનેલું છે?" અને હું જવાબ આપું: "અક્ષરોથી." અને હું પણ સાચો હોઉં પણ પૂરેપૂરો નહિ. તમે મારા જવાબને તરત સુધારો કે "પુસ્તિકાનું લખાણ શબ્દોથી બનેલું છે, અને શબ્દો — અક્ષરોથી."

ખરેખર, જો અક્ષરોને જોડીને શબ્દો ન બનાવી શકાતા હોત તો સૌથી સહેલામાં સહેલું પુસ્તક પણ ન લખી શકાયું હોત અને આપણી બારાખડીના (આપણા કક્કાના) અક્ષરો પોતે કંઈ વાત કહી શકે? અને કેટલાંય હજારો શબ્દો જે આ જ અક્ષરોનાં બનેલાં છે, અને આ શબ્દોથી કેટકેટલી ઇતિહાસની વાતો કહેવાઈ, કેટકેટલી ચોપડીઓ, પાઠયપુસ્તકો, ગીતો, શાળામાં ભણતાં વિદ્યાર્થીઓના નિબંધો, પત્રો લખાયાં — આ બધું જ ગણવું શક્ય નથી!

જુદા જુદા અક્ષરો જેમ કક્કામાં હોય છે તેમ ઘણી "જુદી જુદી જાતના" પરમાણુઓ હોય છે. જ્યારે હું તમને આ લીટીઓ લખી રહ્યો છું ત્યારે "પરમાણુના કક્કામાં" એકસો સાત વિભિન્ન પરમાણુઓ ગણાય છે, પણ બધા જ કુદરતી રૂપે નથી મળતા અને કેટલાક કૃત્રિમ રીતે ભૌતિકશાસ્ત્રની વડે બનાવેલા છે. આનો અર્થ એ કે જો પરમાણુઓને એકબીજા સાથે જુદા જુદા પ્રમાણમાં જોડી ન શકાતા હોત તો દુનિયામાં ફક્ત સો વિભિન્ન પદાર્થો હોત. તો આ દુનિયા ભંયકર ક્ષુલ્લક, એકધારી અને કંટાળાજનક હોત. જેમ કે એક પુસ્તિકામાં પહેલાં પાનાં પર ફક્ત એક અક્ષર 'ક', બીજાં પાનાં પર 'ખ', વગેરે...

પણ તમને બરાબર ખબર છે કે દુનિયા આવી નથી! તમે તમારા ઓરડામાંથી બહાર ગયા વગર જ તમારી આજુબાજુ હજાર વસ્તુઓ ગણી શકો. અને આજના વિજ્ઞાનને લાખો પદાર્થોની ખબર છે અને દરેકને પોતપોતાના ગુણધર્મો છે, અને રોજ આ સંખ્યા વધતી જાય છે. આ વૈવિધ્ય શક્ય છે કારણ કે પરમાણુઓ, અક્ષરોની જેમ જ એકબીજા સાથે જોડાઈ શકે છે.



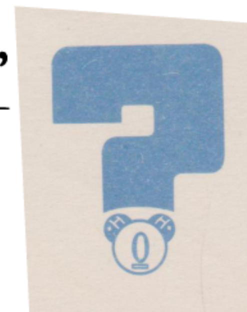






૧૨ એકસરખા પરમાણુઓનું સંયોજન કેવી રીતે થાય છે

એક વાત કહેશો, તમે એકસરખા અક્ષરોથી બનેલા કેટલા શબ્દોને જાણો છો? બેચાર તમે કદાચ કહેશો, પણ મને ચોક્કસ ખાતરી નથી કે આશ્ચર્યના ઉદ્‌ગારો કે માતા-પિતાને સંબોધન — મામા, મમ્મી, પપ્પા, પાપા; હા, હા, હા, (હાસ્ય), વગેરે — એને ખરેખરા શબ્દો કહેવા કે નહિ. પરમાણુઓને આ બાબતમાં શું સંબંધ છે

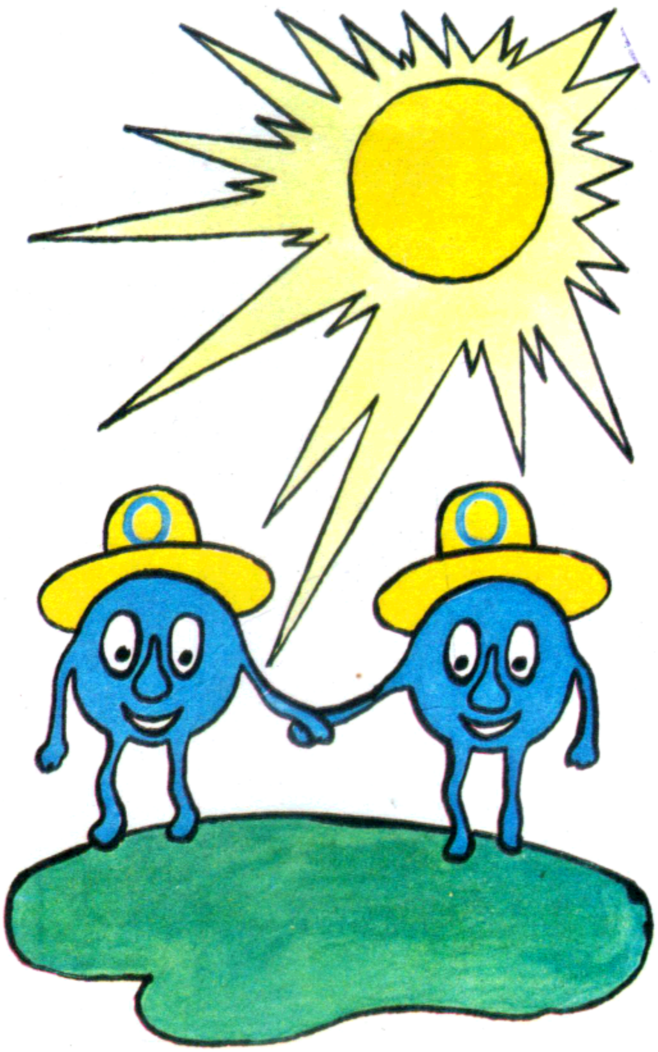


દાખલા તરીકે આપણે આયોડિનને લઈએ. આયોડિન જાણો છો ને? જ્યારે કોઈ પડી જાય, વાગી જાય ત્યારે જખમ પર જે ઘેરો કથ્થાઈ પ્રવાહી પદાર્થ લગાવાય છે તે શુદ્ધ આયોડિન નથી, પણ મખાર્ક મિશ્રિત ઔષધ — ટિંકચર — છે. પણ કેમિસ્ટની દુકાને શુદ્ધ આયોડિન તમને જોવા મળે, ક્રિસ્ટલો, મનોહર કાળા-ભૂખરા રંગ અને જાંબુડી રંગના ઝગઝગાટ સહિત. આ ક્રિસ્ટલોમાં ફક્ત આયોડિનના પરમાણુઓ સિવાય બીજા એક્કેય પરમાણુઓ નથી. અને છતાંય જો તમને આવો ક્રિસ્ટલ બતાવી પૂછે: "આનો નાનામાં નાનો ભાગ કયો?" તો જવાબ આપવાની ઉતાવળ ન કરતા: "આયોડિનનો પરમાણુ! બીજું વળી શું?!" કારણ કે આયોડિનના પરમાણુઓ બે-બેના જોડકામાં ક્રિસ્ટલોમાં "બેઠા" હોય છે. જ્યારે આયોડિનના ક્રિસ્ટલો પીગળે કે વરાળમાં પરિવર્તિત થાય ત્યારે પણ આયોડિનના પરમાણુઓ છૂટા પડતા નથી.

આપણે આ બે મિત્રો પરમાણુઓને છૂટા પાડીએ અને જોઈએ કે એકસરખા આયોડિનના પરમાણુઓથી કેવો પદાર્થ બને છે? દેખીતી રીતે તો કંઈ ફરક ન પડવો જોઈએ, કારણ કે પરમાણુઓ તો આયોડિનના જ છે... પણ ખબર પડી કે આ પદાર્થ તો જુદા જ ગુણધર્મો ધરાવે છે. આનો અર્થ એ કે એક પરમાણુ, અને બે બરાબર એના જેવા જ પરમાણુઓ, જે એકબીજા સાથે જોડાયા આ બન્ને એકસરખી વસ્તુઓ નથી.

હવે તમે સમજી ગયા હશો કે તમને આયોડિનના ક્રિસ્ટલ બતાવી ચાલાકીથી પૂછે: "આ પદાર્થનો નાનામાં નાનો ભાગ કયો?" તો એનો સાચો જવાબ કેમ આપવો. તમે જવાબ આપો: "આયોડિનના બે પરમાણુઓ જોડકામાં."

જો તમારે ચાલાક સવાલનો જવાબ ફક્ત સાચો જ નહિ પરંતુ વૈજ્ઞાનિક ભાષામાં આપવો હોય તો આયોડિનના ક્રિસ્ટલને લઈને કહેવું: "આ પદાર્થનો નાનામાં નાનો ભાગ — મોલેક્યુલ — જે બે આયોડિનના પરમાણુઓના જોડાણથી બનેલો છે."



આમ, આપણે નક્કી કર્યું કે પદાર્થનું મોલેક્યુલ બે એકદમ એકસરખા જ પરમાણુઓથી બની શકે છે. અને ફક્ત આયોડિનનું જ મોલેક્યુલ બે પરમાણુઓથી બનેલું છે એવું નથી — આવા તો ઘણા દાખલા છે. તમે આવાં મોલેક્યુલોથી ઘેરાયેલા છો. જેમ કે અત્યારે જ્યારે તમે આ ચોપડી વાંચો છો ત્યારે બે સરખા પરમાણુઓના બનેલાં મોલેક્યુલો તમારી ચારેબાજુ ફરી રહ્યાં છે અને તમારી અંદર પણ છે — તમારા ફેફસામાં.

તમે સમજી ગયા હશો કે હવાનાં મોલેક્યુલો વિશે ચર્ચા ચાલે છે. હજુ સ્પષ્ટ રીતે કહીએ તો નત્રવાયુ (નાઈટ્રોજન) અને પ્રાણવાયુ (ઑક્સિજન)નાં મોલેક્યુલો વિશે, જેમનાં વડે મુખ્યત્વે હવા બનેલી છે.

કહેવાય છે: "અમે પ્રાણવાયુને શ્વાસમાં લઈએ છીએ," ત્યારે ખરી રીતે પ્રાણવાયુના બે પરમાણુઓથી બનેલાં મોલેક્યુલો વિશે વાત થાય છે. ગંભીર રીતે માંદા લોકોને અપાતા પ્રાણવાયુના સિલિન્ડર, ધાતુના બલૂનમાં સંકોચિત પ્રાણવાયુ, અવકાશના રોકેટોમાં વાપરવામાં આવતો પ્રાણવાયુ — બધામાં આવાં જ દ્વિપરમાણુવાળા મોલેક્યુલો છે. પણ આ જ દ્વિપરમાણુવાળા મોલેક્યુલો છે એ વાત પર હું ભાર શું કામ મૂકું છે? કદાચ બીજાં મોલેક્યુલો પણ હશે? છે!

જ્યારે હવામાનમાં તોફાન અને ગડગડાટ થાય છે ત્યારે ત્રણ પ્રાણવાયુના પરમાણુઓમાંથી મોલેક્યુલો બને છે. અને ત્યારે "ઓઝોન જનમ્યો" — એમ કહેવાય. પ્રાણવાયુના ત્રણ પરમાણુઓથી બનેલો આ વાયુ આપણા જાણીતા દ્વિપરમાણુવાળા પ્રાણવાયુથી એટલો બધો જુદો પડે છે કે એને જુદું નામ — 'ઓઝોન' અપાયું.



ખરી રીતે તો તો પ્રાણવાયુ ગંધહીન છે પણ ઓઝોનને ગંધ છે. તેમ જ ઘણી તીવ્ર પણ ('ઓઝોન'નો ગ્રીક ભાષામાં અર્થ છે: "જેને ગંધ છે તે").

પ્રાણવાયુને કોઈ રંગ નથી અને તેને જોઈ ન શકાય. ઓઝોનને જોઈ શકાય છે અને તે ભૂરા રંગનો છે.

પ્રાણવાયુને આપણે શ્વાસમાં લઈએ છે, ઓઝોનને ન લેવાય. આ વાત સાચી છે કે થોડા પ્રમાણમાં ઓઝોન હવાને તાજી કરે છે પણ વધારે પ્રમાણમાં તો એ ઘાતકી ઝેર છે.

ઓઝોનનું વજન પ્રાણવાયુ કરતાં દોઢું છે.



પ્રવાહી પ્રાણવાયુ આછા ભૂરા રંગનો છે જ્યારે પ્રવાહી ઓઝોન ઘેરા જાંબુડી રંગનો છે. અને આ પ્રવાહીઓનું ઉત્કલનબિંદુ પણ જુદા જુદા ઉષ્ણતામાન પર છે.

આ માનવાનું કદાચ મુશ્કેલ બની જાય કે આ બન્ને પદાર્થોનાં મોલેક્યુલો એકસરખા પરમાણુઓથી જ "ભેગા કરેલાં" છે. કહેવાય છે તેમ માની ન શકાય પણ હકીકત!





નિરનિરાળા પરમાણુઓનું સંયોજન કેવી રીતે થાય છે

જો એકસરખા પરમાણુઓથી બનેલાં મોલેક્યુલો પણ એકબીજાથી આટલાં જુદાં પડતા હોય તો વિભિન્ન પરમાણુઓથી બનેલાં મોલેક્યુલો એકબીજાથી કેટલાં જુદાં પડતા હશે! ચાલો, આપણે ફરીથી હવામાં શોધીએ, કદાચ આવાં કોઈ મોલેક્યુલો મળી જાય? જરૂર મળશે!

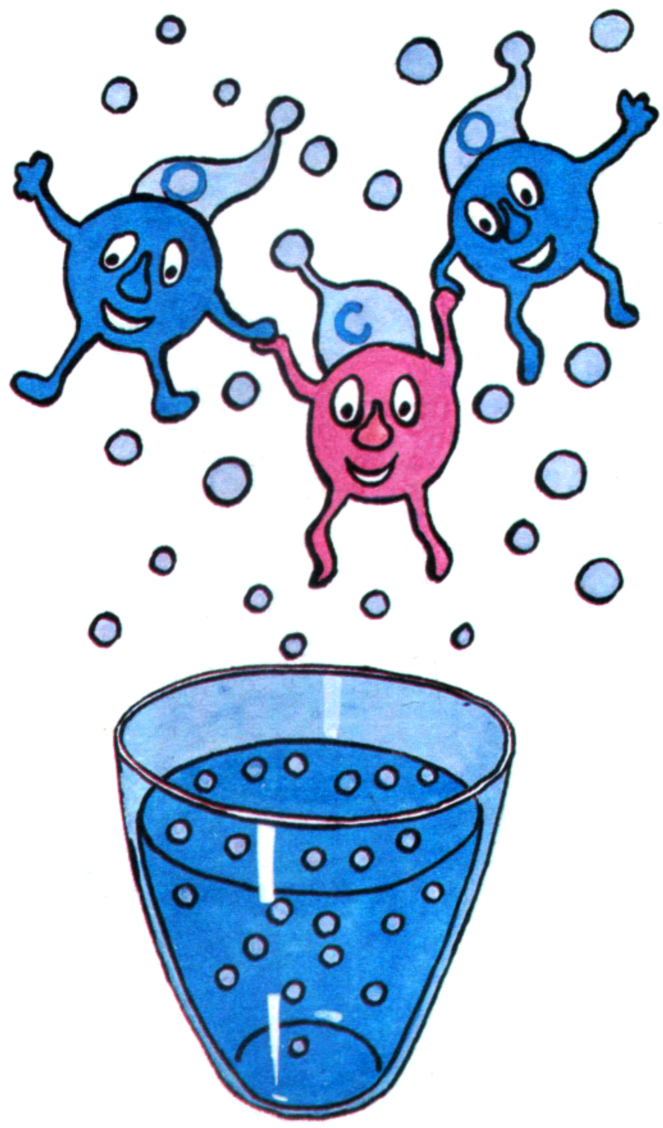
તમને ખબર છે કઈ જાતનાં મોલેક્યુલોનો તમે ઉચ્છ્વાસ કરો છો? (ફક્ત તમે જ નહિ પણ બધા જ લોકો અને બધાં જ પ્રાણીઓ—એમ કહેવાની જરૂર ખરી?) આ મોલેક્યુલો તમારા ચિરપરિચિત કાર્બનડાયૉક્સાઇડનાં જ છે!

જ્યારે તમે સોડા અથવા લેમનેડ પીઓ છો ત્યારે જીભ પર આહ્લાદક બળવાની અનુભૂતિ થાય છે, તે કાર્બનડાયૉક્સાઇડનાં પરપોટાને કારણે જ છે. સૂકા બરફના ટુકડાઓ જે આઈસક્રીમની પેટીઓમાં મૂકાય છે તે પણ આવાં જ મોલેક્યુલોથી બનેલા છે. ખરી રીતે સૂકો બરફ એ સઘન કાર્બન છે



કાર્બનડાયૉક્સાઇડના મોલેક્યુલમાં બે પ્રાણવાયુના પરમાણુઓ જુદી જુદી દિશામાંથી એક કાર્બનના પરમાણુ જોડે જોડાયા હોય છે. જ્યારે તમે સાદી પેન્સિલથી ચિત્ર દોરો છો ત્યારે જે કાગળ પર નાના નાના ચિન્હો રહી જાય છે તે ગ્રૅફાઈટ છે—તે પણ કાર્બન છે. હીરો અને સામાન્ય કાજળ પણ આનાથી જ "બનેલાં" છે. ફરીથી, એકસરખા જ પરમાણુઓ અને ખૂબ જ વિભિન્ન, વિવિધ પદાર્થો!

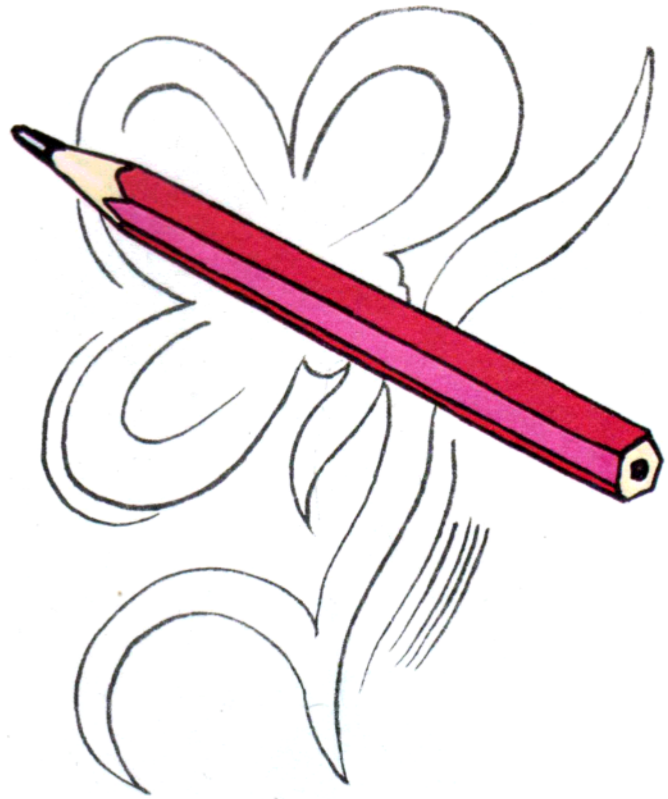
જ્યારે કાર્બનના પરમાણુઓ ફક્ત એકબીજા સાથે જ નહિ પરંતુ "બહાર"ના બીજી જાતના પરમાણુઓ સાથે જોડાય છે ત્યારે એટલા બધા વિભિન્ન પદાર્થોનો ઉદ્‌ભવ થાય છે કે તેમને ગણવા મુશ્કેલ બની જાય! ઘણા ખરા પદાર્થો કાર્બનના પરમાણુઓ



અને વિશ્વમાં સૌથી હલકા વાયુ — હાઈડ્રોજનના જોડાણથી ઉત્પન્ન થાય છે. આ બધા પદાર્થો સામાન્ય રીતે — 'હાઈડ્રોકાર્બન'ના નામે ઓળખાય

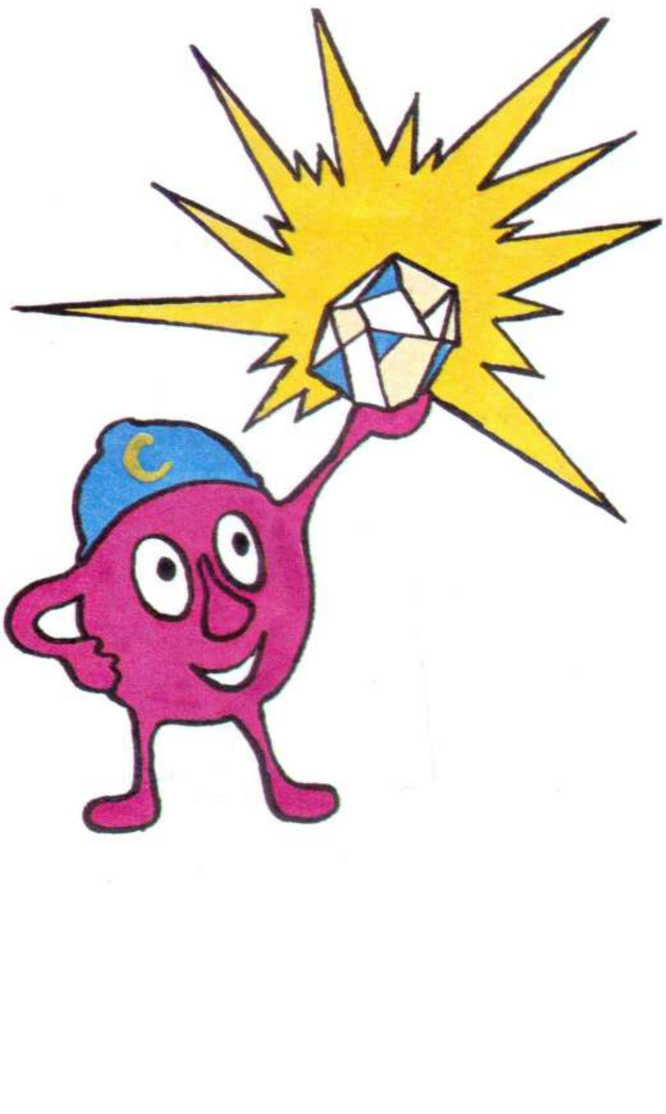
 છે, પણ દરેક હાઈડ્રોકાર્બનનું પોતપોતાનું નામ હોય છે.

હાઈડ્રોકાર્બનોમાંનો સહુથી સામાન્યમાં સામાન્ય પ્રકાર — રસોડામાં બળતો વાયુ — મિથેન. મિથેનના મોલેક્યુલમાં એક કાર્બનનો પરમાણુ અને ચાર



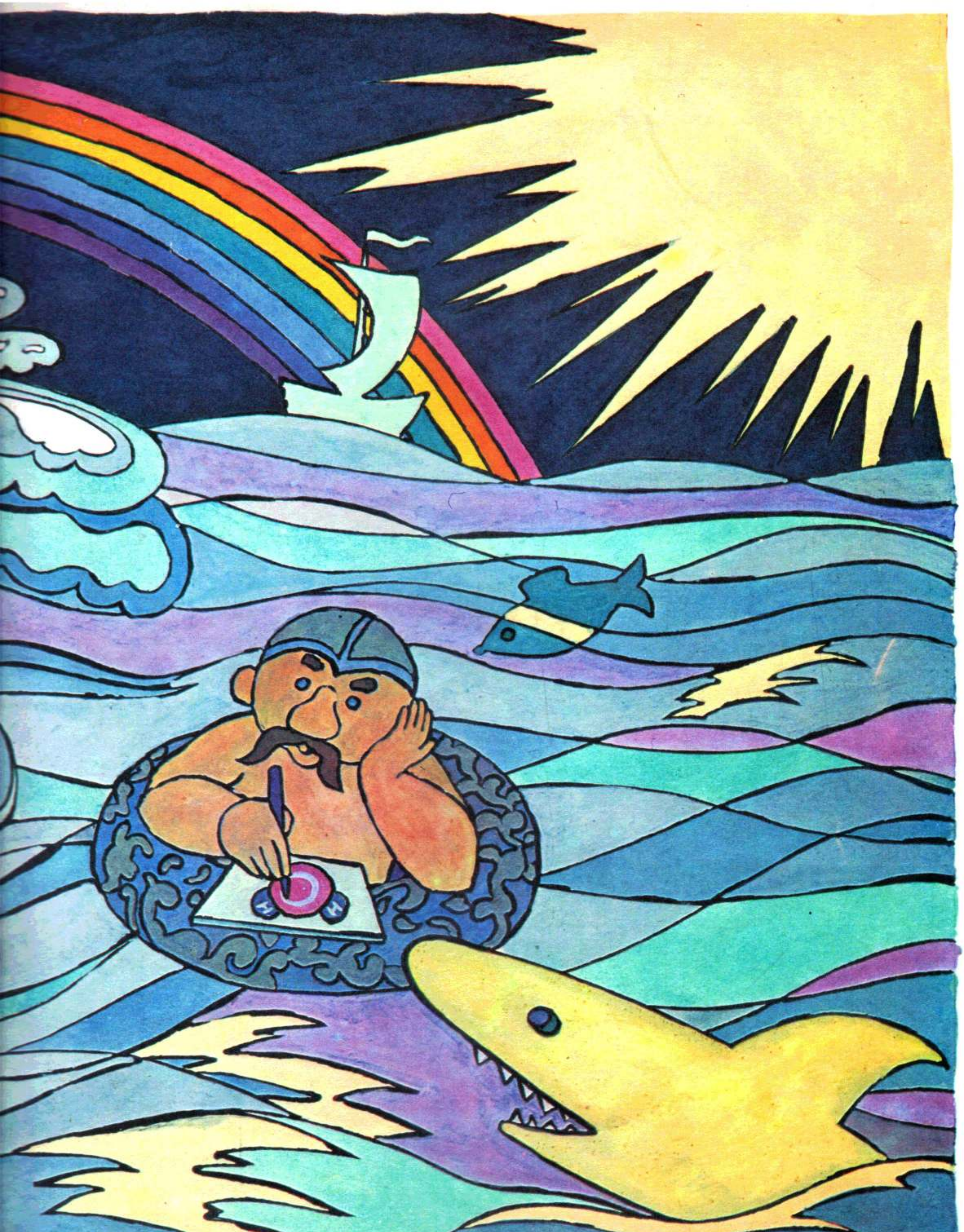
હાઈડ્રોજનના પરમાણુઓ છે. સ્ટવની જ્વાળામાં મિથેનના મોલેક્યુલ નાશ પામે છે અને કાર્બનનો પરમાણુ બે પ્રાણવાયુના પરમાણુઓ સાથે જોડાય છે અને આપણો જાણીતો કાર્બનડાયૉક્સાઈડ વાયુ બને છે. હાઈડ્રોજનના પરમાણુઓ પ્રાણવાયુના પરમાણુઓ સાથે પણ જોડાય છે અને પરિણામ રૂપે વિશ્વનો સહુથી વધુ મહત્ત્વપૂર્ણ અને આવશ્યક પદાર્થનાં મોલેક્યુલોનું નિર્માણ થાય છે!

આ પદાર્થનાં મોલેક્યુલો વાતાવરણમાં પણ છે ભરપૂર અને બહુ જ મોટી સંખ્યામાં. જોકે આમાં તમારો પણ અમુક અંશે ફાળો છે કારણ કે દરેક ઉચ્છ્વાસમાં કાર્બનડાયૉક્સાઇડનાં મોલેક્યુલો સાથે આ



મોલેક્યુલો પણ હોય છે. આ કેવી પ્રકારનો પદાર્થ છે? જો હજી સુધી તમે ધારી ન શક્યા હો, તો ઠંડા દર્પણ પર ઉચ્છ્વાસ ફેંકો અને જૂઓ તમારી સામે — પાણી!





૨૪ મોલેક્યુલો પરસ્પર કેવી રીતે સંકળાય છે અને કેવી રીતે છૂટા પડે છે

પાણીની એક ખૂબી તમે કદાચ શિયાળામાં ઠંડા પ્રદેશોમાં જોઈ હશે. ત્યાં નદી કે તળાવમાં તમે બરફ જોયો છે.



બરફ એટલે પાણી   ઘન સ્થિતિમાં. બરફની નીચે — પ્રવાહીની સ્થિતિમાં પાણી. બરફની ઉપર   પાણી ભેજ સ્વરૂપમાં (પાણી ભેજ રૂપે હંમેશાં હવામાં હોય છે). આની અંદર ખૂબી શું છે? ખૂબી તો એ છે કે પાણી વિશ્વમાં એકમાત્ર એવો પદાર્થ છે જે પ્રાકૃતિક સંજોગોમાં એક જ વખતે ત્રણ સ્થિતિમાં રહી શકે છે: ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ!

પદાર્થના આ ત્રણ રૂપ શું બતાવે છે? તે એકબીજાથી કઈ રીતે જુદા પડે છે અને કઈ રીતે સરખા?

આપણે પહેલાં ઘન સ્થિતિમાં પદાર્થનું સંશોધન કરીએ. તમને ખબર છે કે કોઈ પણ વસ્તુને તોડવી હોય તો જોર કરવું પડે છે, અને એ પણ ઘણું! આનાથી આપણે પહેલું તારણ કરી શકીએ કે મોલેક્યુલો જેનાથી ઘન પદાર્થ બને છે તે એકબીજા સાથે ઘણી મજબૂતીથી જોડાયેલાં છે. નહિતર જે બધી વસ્તુઓને આપણે ઘન કહીએ છીએ તે તો ક્યારની પડી ભાંગી હોત!

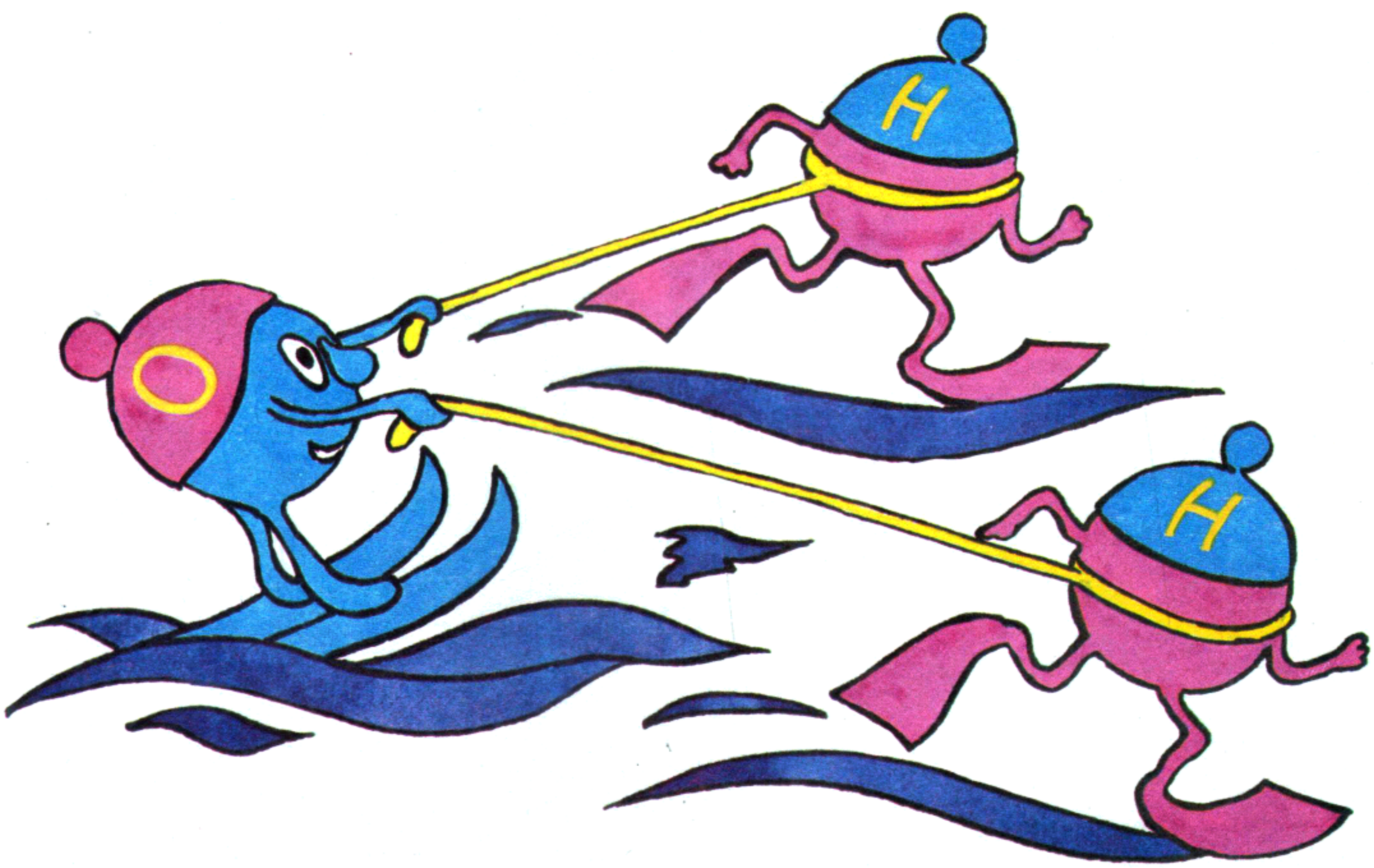
તમને એ પણ ખબર છે કે ઘન ગ્રામોફોનની રેકર્ડ, જો ગરમ કરી પીગળાવવામાં અથવા તોડવામાં ન આવે, તે રેકર્ડ જ રહે છે, ચમચો — ચમચો જ રહે છે, દડો — દડો જ રહે છે... ટૂંકમાં કોઈ પણ ઘન પદાર્થ પોતાનાં સ્વરૂપને જાળવી-રાખે છે. આનાથી હમણાં આપણે બીજું તારણ કરી શકીએ કે ઘન પદાર્થોની ગોઠવણ નક્કર હોય છે: દરેક મોલેક્યુલની પોતાની નક્કી જગ્યા હોય છે જેમ કે સૈનિકોને ફોજમાં હોય છે (ફોજ પણ પોતાની ગોઠવણ જાળવી રાખે છે જ્યાં સુધી સૈનિકો પોતપોતાની જગ્યા પર રહે છે).

છેલ્લે તમને એ પણ ખબર છે કે ઘન પદાર્થને દાબવું ઘણું મુશ્કેલ છે. એ શું બતાવે છે? એ કે ઘન પદાર્થમાં મોલેક્યુલો એવી ઘટ્ટ રીતે "પેક" થયેલાં છે, જાણે કે સૂરજમુખીમાં સમાયેલાં બિયાં હોય!

આ જ બિયાંને જો ગ્લાસમાં નાખો તો એની સરખામણી પ્રવાહીનાં મોલેક્યુલો જોડે થઈ શકે. અહીં એટલી નક્કર ગોઠવણ નથી, જોકે મોલેક્યુલો ઘટ્ટ રીતે પણ "પેક" થયેલાં છે. આ જ કારણે પ્રવાહીને દાબવું પણ મુશ્કેલ છે (તમને આની ખાતરી થઈ જશે જો પાણીને પિચકારીમાં ભરી, સોઈ માટેનાં કાણાંને બંધ કરી, પિસ્ટનને દબાવવાની કોશિશ કરશો). આનો અર્થ એ કે પ્રવાહીનાં મોલેક્યુલો પણ ઘટ્ટ રીતે "પેક" થયેલાં છે.

પણ પ્રવાહીનાં મોલેક્યુલો પરસ્પર મજબૂતીથી જોડાયેલાં છે શું? દેખીતી રીતે તો એમ લાગે છે કે તેમાં કંઈ પ્રકારનું જોડાણ હોઈ શકે, જો આ પ્રવાહીનાં નાનાં નાનાં ટીપાંઓમાં પરિવર્તિત થઈને ઊડી જાય છે... પણ તમને ખબર છે કે પ્રવાહીનાં સાવ નાનકડાં ટીપાંમાં કેટલાં મોલેક્યુલો હોય છે? આ સંખ્યાનો વિચાર કરતાંયે ડર લાગે! અબજોના અબજ! પ્રવાહીમાં પણ આસપાસનાં મોલેક્યુલો વચ્ચે મજબૂત સંયોજન છે. જો આમ ન હોત તો પ્રવાહીનું ટીપેટીપે નહિ, પણ એકએક મોલેક્યુલે વાયુમાં રૂપાંતર થાત.

આમ આપણે એ જોયું કે ઘન પદાર્થ અને પ્રવાહીમાં અમુક સામ્ય છે: મોલેક્યુલો આ બન્નેમાં ઘટ્ટ રીતે "પૅક" થયેલાં છે એટલે કે એકબીજાની ઘણી બાજુબાજુમાં ગોઠવાયાં છે અને જાણે પડોશી મોલેક્યુલો "મજબૂતીથી એકબીજાના હાથ પકડે છે."



પણ એક મહત્ત્વનો ફરક છે. એ કે પ્રવાહીમાં મોલેક્યુલો ઉપર તેટલો આકરો નિયમ લાગુ પડતો નથી જેટલો ઘન પદાર્થ ઉપર; અને તેથી પ્રવાહી પોતાના રૂપને જાળવી રાખતું નથી, ટૂંકમાં કહીએ તો વહે છે.

હવે પ્રવાહી અને વાયુની સરખામણી કરીએ. જો તમે સાઇકલના ટાયરમાં પંપથી હવા ભરી હો, તો તમે કદાચિત ધ્યાન આપ્યું હશે કે પ્રવાહીની સરખામણીમાં હવાને દાબવું સાવ સહેલી વાત છે. એક લિટર હવાનું એ રીતે દાબી શકાય કે એનું ઘનફળ થિમબલ (દરજી કામ માટેની અંગૂઠી) જેટલું થઈ જાય! તમે બરાબર સમજો છો કે આવું કેવી રીતે થઈ શકે છે, કારણ કે હવાનાં મોલેક્યુલો વચ્ચે ઘણી ખાલી જગ્યા છે. અને ખરી રીતે તો તમારા ઓરડામાં, દાખલા તરીકે, બે નજીકનાં મોલેક્યુલો વચ્ચેની જગ્યા મોલેક્યુલોના પોતાના વિસ્તાર કરતાં દસ ગણી વધારે છે.





પ્રવાહી અને વાયુના હજુ એક ગુણધર્મની સરખામણી કરીએ. તમે ધારો કે અર્ધો-લિટર દૂધનું પૅકેટ લીધું. તે જ અડધા-લિટર દૂધને બાટલીમાં રેડયું. તપેલીમાં, બરણીમાં, બધે જ દૂધનું ઘનફળ એકસરખું જ રહે છે.

અને વાયુનું આ બાબતમાં શું થાય છે? વાયુને નિશ્ચિત ઘનફળ હોતું નથી. જો વાયુને ઓરડા કે વાસણની પરિધિ અટકાવે નહિ તો તેનાં મોલેક્યુલો જેમ ફાવે તેમ ઊડી જાય છે. જો વાયુથી ભરેલી કોઈ બાટલી અવકાશમાં ખોલવામાં આવે તો વાયુનાં મોલેક્યુલો આખા અંતરિક્ષમાં ઊડી જાય.



કહેવાની જરૂર ખરી કે તમે આના પરથી મહત્ત્વનું તારણ કરી શકો કે વાયુનાં મોલેક્યુલો વચ્ચે કોઈ જાતનું સંયોજન થતું નથી.

હવે જુઓ — આપણે શું નક્કી કર્યું છે: ઘન પદાર્થમાં અને પ્રવાહીમાં આસપાસનાં મોલેક્યુલો એકબીજાની બહુ જ નજીક છે અને મજબૂત રીતે જોડાયેલાં છે. વાયુનાં મોલેક્યુલો એકબીજાથી દૂર છે અને એમની વચ્ચે કોઈ જાતનું સંયોજન નથી. તો વધુ એક મહત્ત્વનું તારણ તમે કરી શકો — બળો જે મોલેક્યુલોને મજબૂતીથી "એકબીજાના હાથ પકડાવે છે" (ભૌતિકશાસ્ત્રીઓ આ બળોને **મોલેક્યુલોને સાંકળતાં બળો** કહે છે) તે ફક્ત ઓછા અંતરે જ કામ કરી શકે છે.

કદાચ તમને કેટલીય વખત વિચાર આવતો હશે કે નાની ગરોળી લીસી દિવાલો પર કે છત પર કેવી રીતે દોડી શકે છે અને નીચે પડી નથી જતી? ગરોળીને ત્યાં કોણ પકડે છે?

ગરોળીના પંજામાં નહોર હોય છે કે જે અબજ સૂક્ષ્મ વાળમાંથી બનેલાં હોય છે. લીસી અને એકદમ સપાટ લાગતી દિવાલો પર પણ નાની નાની અસમતુલા હોય છે અને આ વાળ આવાં અસમતુલ

જગ્યાઓમાં ઘૂસી જાય છે. આ પછી આ વાળના મોલેક્યુલો અને સપાટી પરનાં મોલેક્યુલો વચ્ચે મોલેક્યુલોને સાંકળતાં બળો કામ કરવા માંડે છે.

આનો અર્થ એ કે ઘણા લોકોની માન્યતા પ્રમાણે ગરોળીને દિવાલ પર કે છત પર નખ કે નહોર નહિ, પણ મોલેક્યુલોને સાંકળતાં બળો ટકાવી રાખે છે.

સાચે શું વાયુનાં મોલેક્યુલો એકબીજા પાસે ક્યારેય આવતાં જ નથી? કેમ ન આવે વળી એકબીજા પાસે? એ તો ચોવીસે કલાક એકબીજા ઉપર ઊડતા ઊડતા ટકરાય છે. તમારા ઓરડામાં જો ગણતરી કરીએ તો હવાનાં મોલેક્યુલો ઓછામાં ઓછા એક સેકંડમાં ચાર અબજ વાર એકબીજા સાથે અથડાય છે.

જો આમ વાત હોય તો આવી ટક્કરો દરમિયાન આખરે હવાનાં મોલેક્યુલો એકબીજા પાસે આવી અને "એકબીજાના હાથ પકડી" તેમનું ટીપાં અને ક્રિસ્ટલોના રૂપમાં જોડાઈ જવાં જોઈએ. કેમ તેઓ પાણીનાં મોલેક્યુલોની જેમ, વાદળ અને ધુમ્મસ નથી બનાવતાં, કેમ ધરતી પર મેઘ બની નથી વરસતાં, કેમ આપણી પૃથ્વી પર નથી નાની પ્રવાહી પ્રાણવાયુની નદીઓ, નથી પ્રવાહી નત્રવાયુનું પરોઢિયાનું ઝાકળ, નથી ઘન કાર્બનડાયૉક્સાઇડની—"સૂકા બરફ"ની—હિમશિલાઓ કે ઓસબિંદુઓ? એવું શું છે જે આ વાયુનાં મોલેક્યુલોને નજીક આવીને પણ એકબીજા સાથે જોડાતાં રોકે છે?

આ છે—ગતિ. તમારા જ ઓરડામાં પ્રાણવાયુ અને નત્રવાયુનાં મોલેક્યુલોની લગભગ અર્ધો-કિલોમિટર સેકંડની ગતિએ ઊડે છે, એટલે કલાકે ૧૮૦૦ કિલોમિટર—અવાજની ગતિ કરતાંય દોઢી ઝડપ! (ફક્ત એટલું ધ્યાનમાં રાખજો કે આ છે સરેરાશ ગતિ; આનાથી વધુ ઝડપે અને ઓછી ઝડપે જતાં મોલેક્યુલો પણ હોય છે).

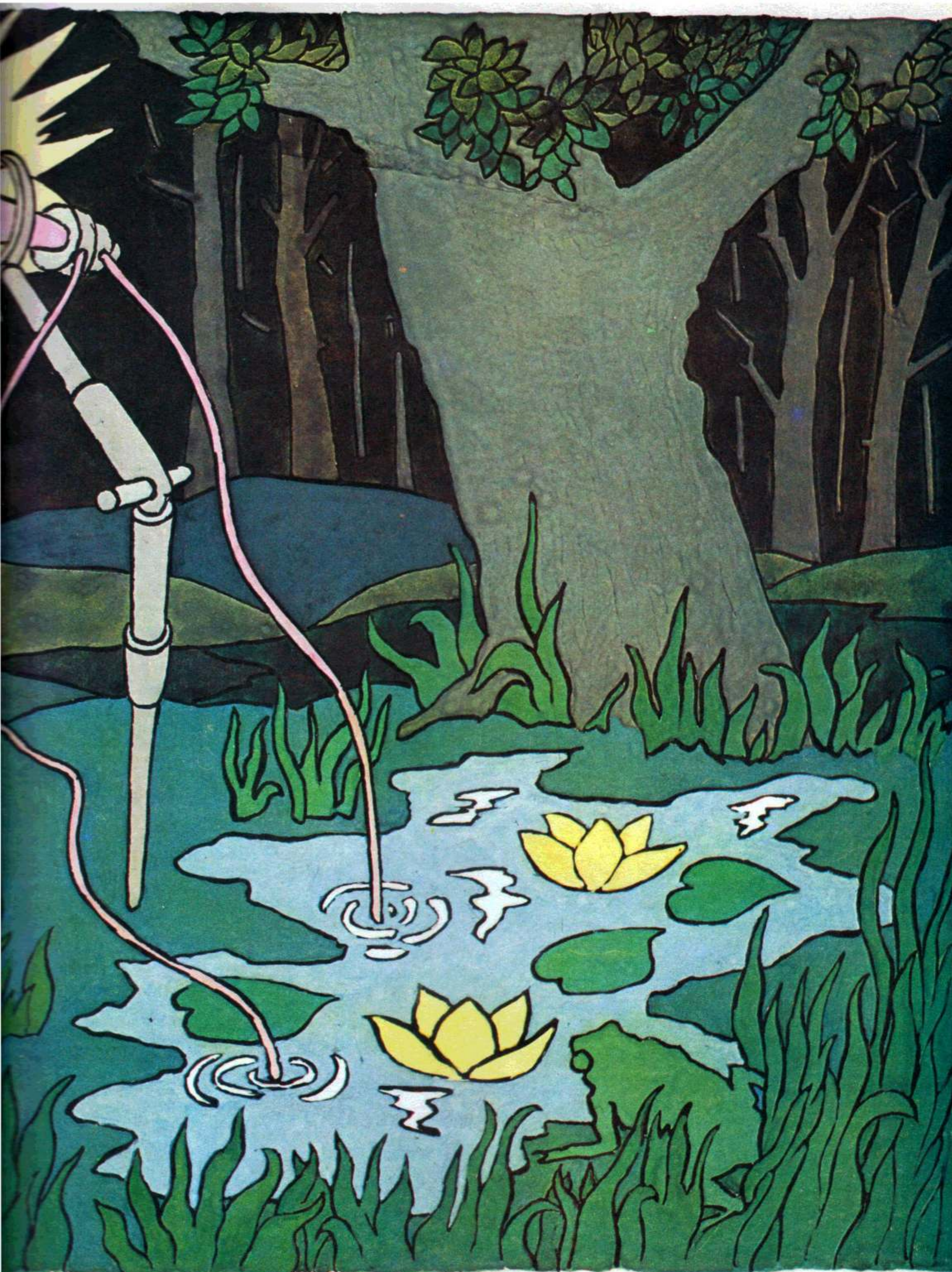
આટલી પ્રચંડ ગતિએ ટકરાવાને કારણે આ મોલેક્યુલોને એકબીજા સાથે સંયોજિત થવાનો પણ વખત નથી રહેતો અને બિલિયર્ડના દડાઓની જેમ એકબીજાથી દૂર ઉથલાઈ પડે છે.

હવે તમે સમજી ગયા હશો કે વાયુનાં મોલેક્યુલોનું સંયોજન માટે શું કરવું: તેમની ઝડપને ઓછી કરવી પડે. કેવી રીતે? વાયુને ઠંડો કરો! કારણ કે ઉષ્ણતામાન જેટલું વધારે એટલી વધારે ઝડપથી મોલેક્યુલો ફરે છે. એથી વિપરીત, જેટલું ઉષ્ણતામાન ઓછું તેટલી ઓછી ઝડપે મોલેક્યુલો ફરે છે. આનો અર્થ એ કે કોઈ પણ વાયુને એવા ઉષ્ણતામાન સુધી ઠંડો કરી શકાય કે એનું રૂપાંતર ફક્ત પ્રવાહીમાં જ નહિ પરંતુ ઘન સ્વરૂપમાં પણ થઈ શકે.

કહેવું જોઈએ કે મોલેક્યુલોની ઉષ્ણ ગતિ ઓછી થઈ જાય છે પણ તેઓ ફરતા કંઈ અટકાઈ નથી જતાં. જરૂર, ઘન સ્વરૂપમાં અને પ્રવાહીમાં મોલેક્યુલો, જેમ વાયુમાં ઊડે છે તેમ ઊડતાં નથી. ઘન પદાર્થમાં મોલેક્યુલો પોતાની જગ્યાથી ખસ્યાં વિના "ડોલે" છે. પ્રવાહી પદાર્થમાં મોલેક્યુલ એકને એક જગ્યાએ "નાચ્યા જ કરે છે, નાચ્યા જ કરે છે" અને પછી કૂદકો! અને ત્યાં તો બીજી જગ્યાએ અને થોડી વારમાં તો ત્રીજી જગ્યાએ, અને પછી ચોથી... એમ "નાચ્યા જ કરે છે."

સૌથી વધુ શક્તિશાળી મોલેક્યુલો પોતાની શક્તિ વડે છેક સપાટી સુધી આવી પહોંચે છે, પોતાનાં નજીકનાં મોલેક્યુલો છૂટા પડી અને ઊડી જાય છે: પ્રવાહીનું બાષ્પીભવન થઈ જાય છે. પ્રવાહીને ઉકાળવામાં આવે તો સપાટી પરનાં જ મોલેક્યુલો નહિ પણ પ્રવાહીની અંદરનાં મોલેક્યુનો પણ જ્યાં સુધી પૂરા પ્રવાહીનું વરાળમાં (અથવા 'વાયુ'માં—એક જ વાત છે) રૂપાંતર ન થાય ત્યાં સુધી તેઓ છૂટા પડતા રહે છે.





પાણીનાં મોલેક્યુલો પરસ્પર કેવી રીતે સંકળાય છે

આ ગજબની વાત છે: પ્રાણવાયુનાં મોલેક્યુલો —૧૮૩ ડીગ્રી સેંટીગ્રેડ પર એકબીજા સાથે જોડાઈ પ્રવાહીનાં ટીપાં બનાવે છે, નત્રવાયુનાં મોલેક્યુલો તો —૧૯૬ ડીગ્રી સેંટીગ્રેડ પર અને વરાળનાં મોલેક્યુલો—૧૦૦ ડીગ્રી સેંટીગ્રેડ પર! અને શૂન્ય ઉષ્ણતામાન પર જ્યારે પ્રાણવાયુ અને નત્રવાયુ હજી પ્રવાહી સ્વરૂપથી પણ ઘણા દૂર હોય છે ત્યારે પાણી પોતાના ઘન સ્વરૂપ—બરફમાં—પરિવર્તિત થઈ જાય છે!



આમ શું કામ? કદાચ વરાળનાં મોલેક્યુલો, પોતાનાં આસપાસનાં પ્રાણવાયુ, નત્રવાયુ અને કાર્બનડાયૉક્સાઇડનાં મોલેક્યુલો કરતાં ઓછી ઝડપી ઊડતાં હશે? હકીકત, તો એથી વિપરીત જ છે! પાણીનાં મોલેક્યુલો ઓછી નહિ પરંતુ વધારે ઝડપે ઊડે છે કારણ કે તેઓ પ્રાણવાયુ અને નત્રવાયુનાં મોલેક્યુલો કરતાં બે ગણા હલકા છે અને કાર્બનડાયૉક્સાઇડનાં મોલેક્યુલોની તો વાત જ રહેવા દો! ત્યારે શું પરિણામ આવે? જો પ્રાણવાયુ, નત્રવાયુ અને કાર્બનડાયૉક્સાઇડ કુદરતી સંજોગોમાં વાયુ રૂપમાં રહી શકતા હોય તો પાણી પૃથ્વી પર નક્કી વાયુ સ્વરૂપે હોવું જોઈએ! આપણે જાણીએ છીએ કે આવું નથી.

આનો અર્થ એ કે કોઈક બળો પાણીનાં મોલેક્યુલોને તેમની ટક્કર વખતે પ્રચંડ શક્તિ હોવા છતાં તેમને ટીપાંઓ અને ક્રિસ્ટલોના રૂપમાં જોડાવામાં મદદ કરે છે. આ બળોને કારણે જ પાણીનાં મોલેક્યુલો ટક્કરો દરમિયાન બિલિયર્ડના દડાઓની જેમ નહિ પણ ચોંટી રહે તેવા ગોળાઓની જેમ ફરે છે. જો સામસામાં અથડાઈ ગયા તો તરત જ ચોંટાઈ જાય, અને જો એક વાર જોડાઈ ગયા તો તેમને છૂટા પાડવા બહુ જ જોરથી ખંખેરવા પડે…

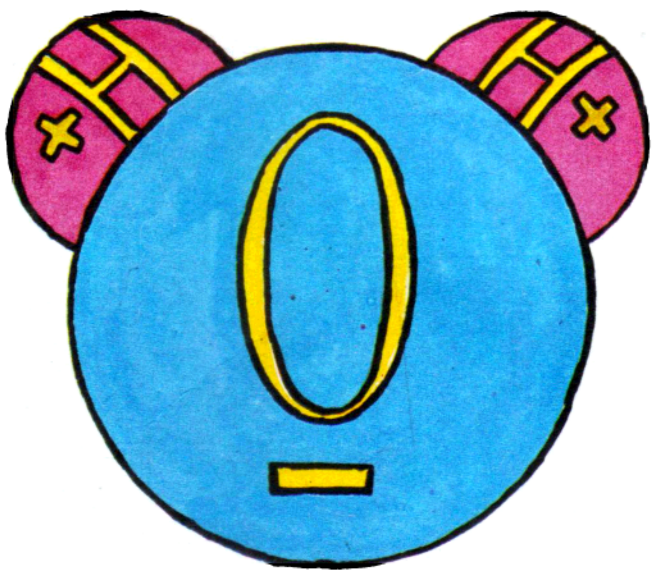
આ કઈ જાતનાં બળો છે?

જુઓ, આપણે એમ ધાર્યું હતું કે હાઈડ્રોજનના બે નાનકડા કાન જેવા પરમાણુઓ પાણીના મોલેક્યુલને જુદી જ જાતના, અસામાન્ય ગુણધર્મો બક્ષે છે. અને ખરેખર આમ જ છે!

આ "કાનો" એટલે કે હાઈડ્રોજનના પરમાણુઓ પર એ જાતનું નિશાન કે જે ટોર્ચ માટે વપરાતી બૅટરીની એક બાજુ હોય છે, તે મૂકી શકાય '+' (પૉઝિટિવ), અને પાણીના મોલેક્યુલની સામી બાજુ — બૅટરીની બીજી બાજુ રહેતું નિશાન '—' (નૅગેટિવ) મૂકી શકાય. અર્થ એ કે પાણીનું મોલેક્યુલ — વિદ્યુતકણ છે! તો વિદ્યુતકણો એકબીજા સાથે કેવી સરસ રીતે જોડાઈ શકે તે જોવું હોય; તો પ્લાસ્ટિકનો કાંસકો સૂકા વાળમાં ફેરવો અને કાગળના ટુકડા પાસે લાવો. બન્ને કેવા તરત જાડાઈ જાય છે!

આ વિદ્યુતશક્તિઓ જે પાણીનાં મોલેક્યુલો જાડવામાં મદદ કરે છે, તેઓ સામાન્ય મોલેક્યુલોને સાંકળતાં બળો કરતાં આ પાણીનાં મોલેક્યુલોને ઘણી વધારે મજબૂત રીતે ટકાવી રાખે છે.

જો આ વિદ્યુતશક્તિ ન હોત તો બરફ ન હોત, નદી ન હોત, દરિયો ન હોત — પાણી તો ફક્ત વાયુરૂપમાં જ હોત ને વળી!

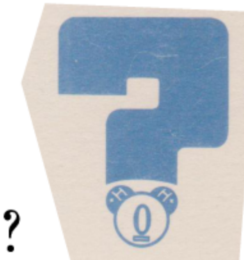



H_2O



પાણીનાં મોલેક્યુલો "બહાર"નાં મોલેક્યુલો સાથે કેવી રીતે સંકળાય છે

એક નળીમાં પાણી ભરી એની સામે ધ્યાનથી જુઓ. તમે જોશો ઉપરની સપાટી એકદમ સમતલ નથી. અને કાચની નળીને કિનારે પાણીની સપાટી વચ્ચે કરતાં ઊંચી છે (બરણી કે બીજા કાચનાં વાસણોમાં પણ પાણી કિનારા પર વધારે ઊંચું ચડે છે પણ નળીમાં આ વધુ સ્પષ્ટ દેખાય છે).



પાણીને ઊંચું શું ચઢાવે છે?

તમે કદાચ જાતે જ ધારી લીધું હશે કે જો પાણીનાં મોલેક્યુલો એકબીજા સાથે મજબૂતીથી જોડાયાં છે, પણ કાચ જોડેના પાણીનાં મોલેક્યુલોના બંધનો વધારે મજબૂત છે. એટલે કે કાચ પાણીથી **પલળી જાય છે.**

તો પછી પાણી કાચ પર વધારે ઊંચું શું કામ નથી ચડતું? તો તે આરામથી ચડી શક્યું હોત પણ વજનને કારણે નથી ચડી શકતું. કાચ તરફ ખેંચાતાં બળો પાણીનાં મોલેક્યુલોને ઉપર ખેંચે છે, ગુરુત્વાકર્ષણનાં પરિબળો નીચે.

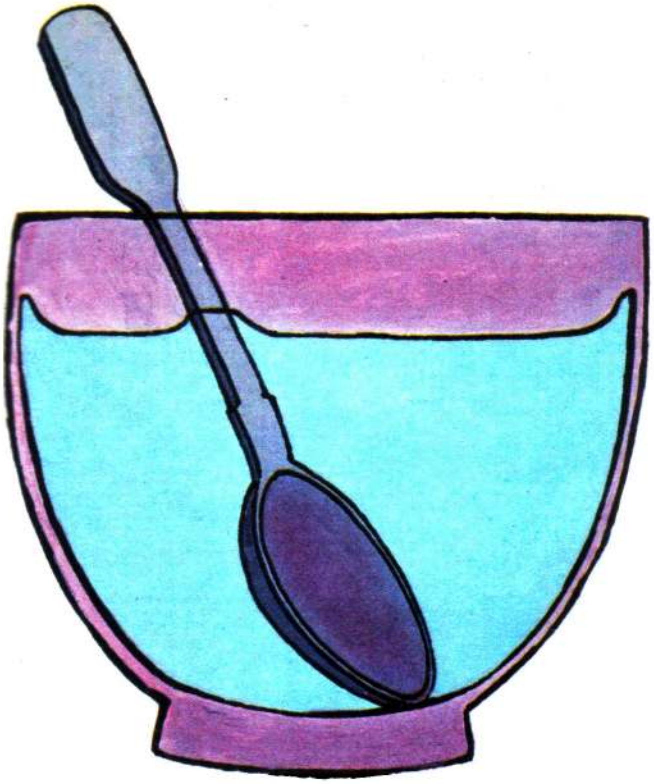
પદાર્થો જે પાણી વડે ભીના થઈ જાય છે એ ઓછા નથી. કાચ સિવાય, ચિનાઈ માટીનાં વાસણ, ધાતુઓ, ઘણાં બધાં ખનિજો, ખાસ કરીને ચાક અને જિપ્સમ...

એવા પણ પદાર્થો છે ખરા જેની સાથે પાણીનાં મોલેક્યુલો પરસ્પર સંકળાવા કરતાં વધારે કમજોર રીતે સંકળાય છે? જોઈએ તેટલા! ગંધક, ગ્રૅફાઇટ, મીણ, પૅરેફિન, નેફ્થલિન, પોલિથિલિન, કોઈ પણ ચરબી — આ બધી જ વસ્તુઓ પાણીથી **પલળતી નથી.**

હવે એમ ધારો કે તમને કોઈએ એવકાશયાન માટે પીવાનું પાણી રાખવા માટેનું એક વાસણ બનાવવાનું કહ્યું. તમે આ વાસણ શેનાં વડે બનાવશો?

અવકાશમાં ઊડતા વહાણમાં ગુરુત્વાકર્ષણનાં પરિબળો કામ કરતાં નથી એટલે પાણી વહી ન શકે. અને મોલેક્યુલોને સાંકળતાં બળો? તે તો એવી જ રીતે કામ કરે છે કે જાણે કંઈ બન્યું જ નથી. હું આ વિશે કંઈ ન કહું તો પણ તમે જાતે જ સારી રીતે સમજો છો કે અવકાશમાં મોલેક્યુલોને સાંકળતાં બળો પણ જો ન હોય તો અવકાશમાં છોડાયેલા રોકેટો અને જે એની અંદર છે તે બધું જ એકએક મોલેક્યુલ સુધી છુટ્ટું પડી જાત...

ધારો કે તમે આ વાસણ એવી વસ્તુ વડે બનાવ્યું જેની સાથે પાણીનાં મોલેક્યુલો એકબીજા સાથે જોડાવા કરતાં વધુ મજબૂતીથી જોડાય છે. અને શું થશે? પાણી ત્યાં સુધી શાંત નહિ પડે જ્યાં સુધી વાસણની બધી અંદરની સપાટી એકસરખી સ્તર વડે પાણીએ ઢાંકી ન દીધી હોય! તદુપરાંત, જો વાસણનો નળ



ખોલીએ તો પાણી વાસણમાંથી બહાર આવે અને બહારથી પણ પૂરા વાસણને ઢાંકી દે. અને પાણી વાસણની અંદર હોવાને બદલે વાસણ પાણીની અંદર મળે!

જો વાસણ એવા પદાર્થોનું બનાવીએ કે જે પાણીને પલાળતું નથી, દાખલા તરીકે પોલિથિલિન, તો શું થાય? (અને નળ પણ પોલિથિલિનનો જ).

તો પાણી પોતાની મેળે વાસણમાંથી ક્યાંય પણ નહિ જાય! અને જો નળ પૂરો ખોલીએ તો પણ પાણીનું એક પણ ટીપું એમાંથી નહિ પડે! પૃથ્વી પર ગુરુત્વાકર્ષણનાં બળોને કારણે પાણી નળમાંથી વહે છે, પણ અહીં પાણીનું કંઈ વજન નથી અને ક્યાંય પણ વહેતું નથી.

તો પછી વાસણમાંથી પાણીને કાઢવું કેમ? પાણીને ત્યાંથી, દાખલા તરીકે પિસ્ટનથી લઈ શકાય. અથવા તો વાસણની સપાટી એકદમ લવચીક અને સહેલાઈથી વળી શકે એવું બનાવી શકાય, જેમાં પાણીને એકદમ દાબીને ભરી શકાય, જે રીતે ટ્યૂબમાંથી દંતમંજન કાઢીએ એમ. નળની જગ્યાએ— લવચીક પોલિથિલિનની નળી હોલ્ડર સાથે. અવકાશયાત્રીને તરસ લાગે તો હોઠો વચ્ચે હોલ્ડર લઈ દબાવે અને પાણી સીધું મોઢામાં જાય.

તમે સમજી શકો છો કે અવકાશયાત્રીઓને રોજિંદી જિંદગીની સાવ નજીવી બાબતોની તૈયાર કરવા પણ આ જાણવું સંપૂર્ણપણે જરૂરી બને છે કે કયા સંજોગોમાં પાણી ભીનું છે અને કયા સંજોગોમાં નથી, અને આમ તો મોલેક્યુલોની બધી રીતરસમો શીખવી પડે છે.

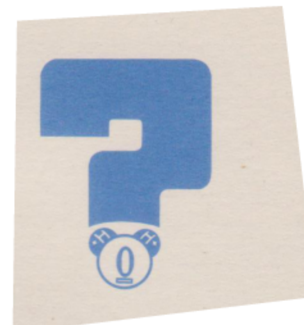






પાણીને બધા માટે ભીનું બનાવવાની રીત

પાણી અમુક પદાર્થો માટે ભીનું હોય અને બીજા પદાર્થો માટે નહીં એવું કેમ? અમુક પદાર્થોનાં મોલેક્યુલો સાથે પાણીનાં મોલેક્યુલો પરસ્પર સંકળાવા કરતાંયે વધારે મજબૂતીથી સંકળાય છે જ્યારે બીજા પદાર્થોનાં મોલેક્યુલો જોડે બહુ જ કમજોરીથી એવું કેમ?



જ્યારે વૈજ્ઞાનિકોને કઈ વસ્તુઓ પાણીથી પલળે છે અને કઈ નથી પલળતી એ વાતમાં રસ પડયો, ત્યારે આ હકીકત ખબર પડી. "હાઇડ્રોફિલિક" પદાર્થોનાં મોલેક્યુલો, પાણીનાં મોલેક્યુલો જેમ — વિદ્યુત કણો છે. એમના ઉપર પણ '+', '—' (પૉઝિટિવ અને નેગેટિવ) નિશાનો જે ટોર્ચની બૅટરી ઉપર હોય છે, તેવા મૂકી શકાય. આ કારણે પાણીનાં મોલેક્યુલો તેની પાસે ખેંચાય છે. જેમ કહેવાય છે: "લોહી લોહીને ઓળખે છે."

અને સામાન્ય, વિદ્યુતકણો વિનાનાં મોલેક્યુલોનું શું? તેમને પણ આવો જ નિયમ લાગુ પડી શકે. તેમની તરફ પણ "પોતાનાં" જેવા એટલે વિદ્યુતકણો વિનાનાં મોલેક્યુલો આકર્ષાય છે. આના લીધે, દાખલા તરીકે, પૅરેફિન જે પાણીથી પલળતો નથી (આ પૅરેફિન દૂધના પૅકેટના કાગળમાં વપરાય છે), ચરબીથી ઘણા જોરથી પલળે.

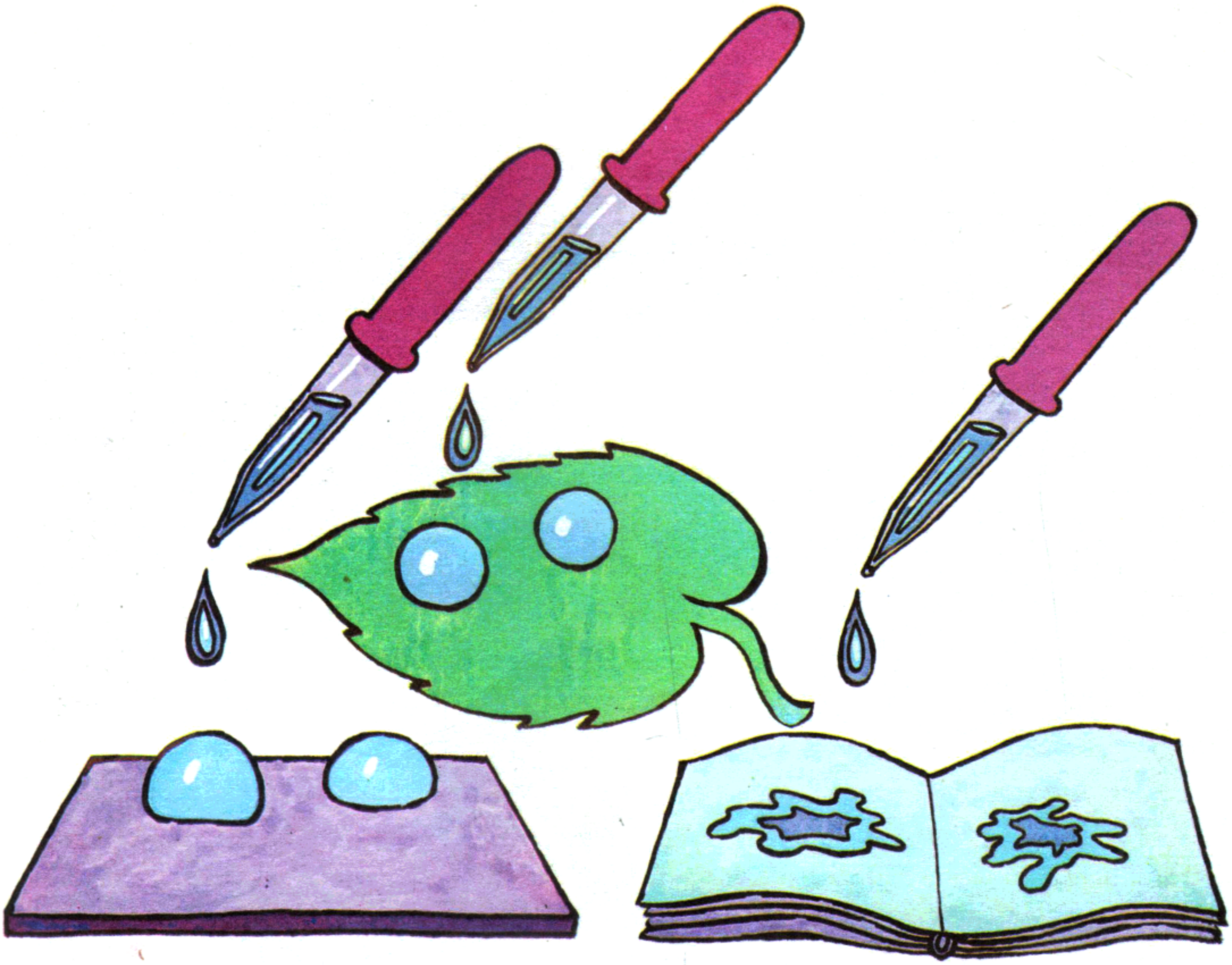
જો વિદ્યુતકણો વિનાનાં મોલેક્યુલોવાળા પદાર્થોને કોઈ સંજોગવશાત્ ભીના કરવા પડે તો? એવું થઈ શકે કે પાણી આ પદાર્થો માટે પણ ભીનું થાય?

થઈ શકે. પણ આ કેવી રીતે થાય છે એ સમજાવતાં પહેલાં દક્ષિણના કેટલાંક દેશોમાં દરિયાઈ માટા કાચબાઓ કેવી રીતે પકડાય છે તે આપણે જોઈએ.

દરિયાઈ કાચબાનું કવચ ઘણું લીસું અને લપસણું હોય છે, ન ગ્રહી શકાય, ન પકડી શકાય. એટલે ત્યાંના રહેવાસીઓ દરિયામાં પોતે પૂંછડી વડે બાંધી રાખેલી એક ચીટકુ-માછલી છોડે છે. આ માછલીના વાંસા પર કાંટાળા વાળ હોય છે જેના વડે તે બીજી માછલીને ચોંટી શકે છે, અને આ માછલી હંમેશાં કોઈ બીજી માછલીની સાથે જ પ્રવાસ કરે છે, તે શાર્ક હો, વ્હેલ હો કે પછી દરિયાઈ કાચબો હો. આમ આ માછલી કાચબાના કવચ પર ચોંટી જાય છે અને પછી આ કાચબાને હોડી તરફ ખેંચવા લાગે છે, જેથી તેને પકડી શકાય છે.

આ રીતે, પૂંછડી વડે બંધાયેલી ચીટકુ-માછલીને મળતાં આવતાં મોલેક્યુલો પણ હોય છે. આવાં

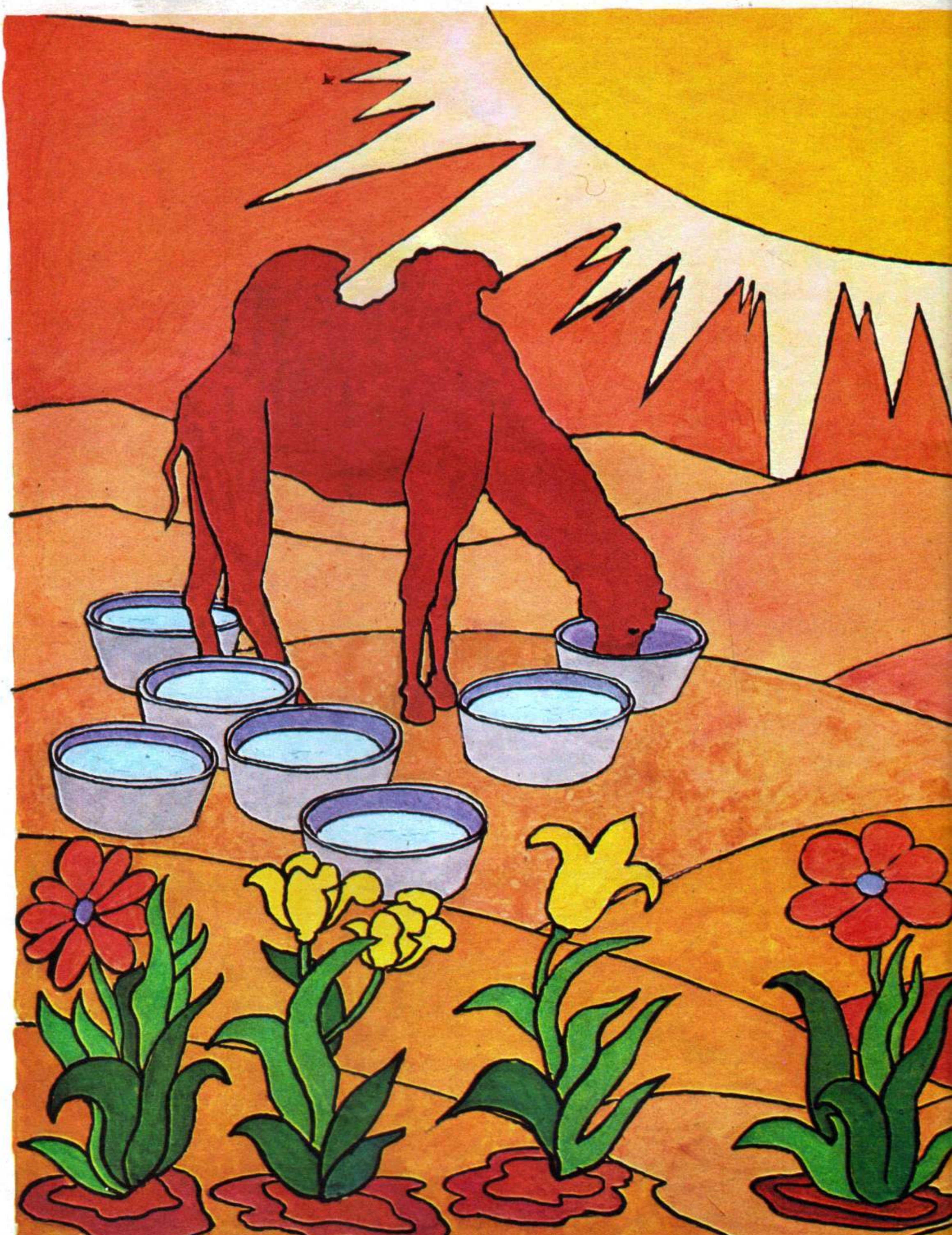
મોલેક્યુલોનો એક છેડો વિદ્યુતકણોવાળો હોય છે અને બીજો નથી હોતો. પાણીનું મોલેક્યુલ જે ભાગ વિદ્યુતકણો છે એની જોડે બંધાય અને જે ભાગ વિદ્યુતકણો નથી તે એવા પદાર્થ જોડે જોડાય શકે છે, જેની જોડે પાણીનું મોલેક્યુલ નથી જોડાતું, દાખલા તરીકે ચરબીના મોલેક્યુલ જોડે. આ જોડાણ ગમે ત્યાંથી થઈ શકે છે. ક્યાંથી? અરે, ધારો ત્યાંથી, દાખલા તરીકે, થાળીથી અથવા ચામડીથી ...



માની લઈએ કે તમારા હાથો તેલથી ચીકણા થઈ ગયા છે. ફક્ત પાણીથી એમને ધોઈ ન શકાય. અને એટલે જ તમે "ચીટકુ"-મોલેક્યુલો લેશો. કહેવાની જરૂર ખરી કે હું સામાન્ય સાબુનાં મોલેક્યુલોની વાત કરી રહ્યો છું!

ફીણ ઉત્પન્ન થવાને કારણે સાબુ-પાણી સાથે વસ્તુઓ ધુએ છે, એમ ઘણા લોકો માને છે. ફીણનાં પરપોટાં મેલને ઉખેડી નાખે અને પછી પાણી તેને ધોઈ નાખે છે. પણ હવે તમે જોશો કે ફીણની તો ત્યાં કંઈ જરૂર નથી. એવી જાતના પણ સાબુ હોય છે કે જે બિલકુલ ફીણ ઉત્પન્ન કર્યા વિના (દાખલા તરીકે દિવેલનો સાબુ) કોઈ પણ સામાન્ય સાબુ જેટલા જ સારી રીતે મેલ સાફ કરે છે.

આમ સાબુના મોલેક્યુલો, પાણીમાં અંદર જતાં જ, જે વસ્તુઓ પાણીથી "ડરે" છે તેવી વસ્તુઓને પણ ભીનું બનાવી દે છે. તો પાણી ઉપર બીજાં મોલેક્યુલોનું વર્તન કેવું રહે છે?

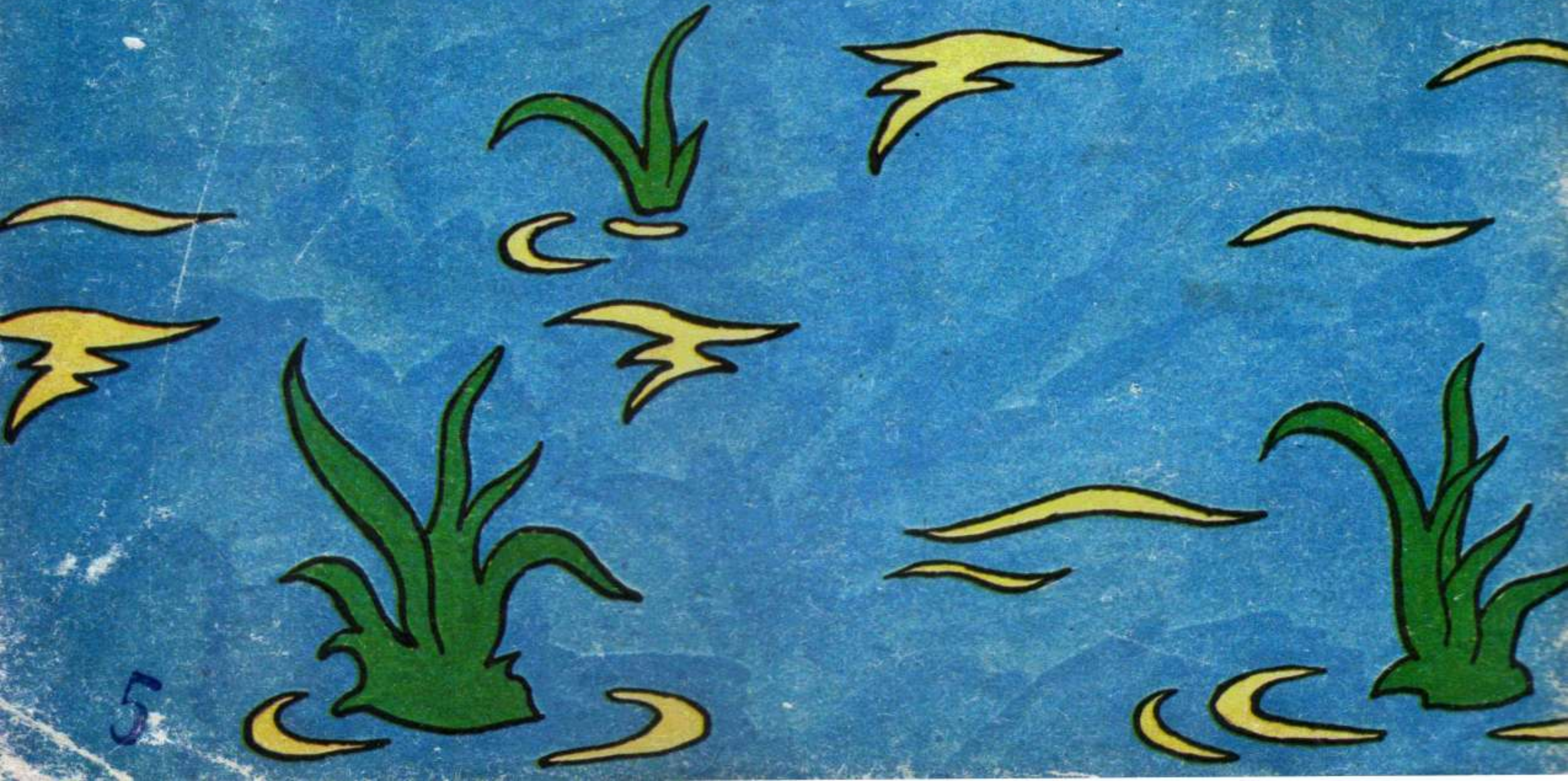




М. Константиновский
ПОЧЕМУ ВОДА МОКРАЯ
На языке гуджарати

M. Konstantinovsky
WHY THE WATER IS WET
in Gujarati

ISBN 5-05-000755-0



5